

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-016215

(43)Date of publication of application : 19.01.1996

(51)Int.Cl. G05B 17/02
 G05B 9/02
 G05B 23/02
 // F02D 45/00

(21)Application number : 06-167396

(71)Applicant : MAZDA MOTOR CORP

(22)Date of filing : 27.06.1994

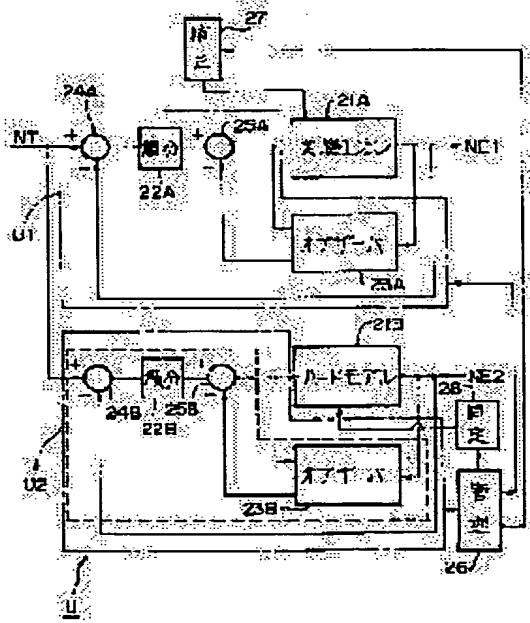
(72)Inventor : HARADA YASUHIRO

(54) DEVICE AND METHOD FOR CONTROLLING EQUIPMENT

(57)Abstract:

PURPOSE: To prevent an output of an equipment from being deteriorated when an input to the equipment is sharply changed.

CONSTITUTION: An equipment model 21B modeling the dynamic characteristic of an equipment 21A and a model control system U2 are connected correspondingly to the equipment 21A and a real control system U1 for the equipment 21A. The dynamic characteristic of the model 21B is adjusted (identified) so that outputs from the equipment 21A and the model 21B for the same input coincide with each other. When an input to the equipment 21A is sharply changed, the output of the equipment 21A is predicted by high speed simulation utilizing the model 21B and a controlled variable for the equipment 21A is compensated so that the predicted output is not deteriorated. When a compensating controlled variable is previously determined and stored by simulation in each of many input change patterns, compensation based upon the compensating controlled variable corresponding to an input change pattern approximate to the input of the equipment 21A can be attained.



CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1]A control device of apparatus provided with a real control system which actually controls to apparatus and apparatus characterized by comprising the following.

An apparatus model which modeled the dynamic characteristics of apparatus based on correspondence relation between an input of apparatus, and an output.

An identification means which adjusts the dynamic characteristics of this apparatus model so that said apparatus model may be controlled during control of apparatus by said real control system as the same control logic as this real control system is also, and a correspondence relation of an input and an output in this apparatus model may be in agreement to correspondence relation between an input of apparatus, and an output.

A high-speed simulation means to control at high speed that the same control logic as said real control system is also about said apparatus model, and to predict an output to a large input of this change at high speed when change of an input to apparatus is large.

A compensation means which calculates the amount of correction control to said apparatus based on an output predicted by said high-speed simulation means, and makes this amount of correction control reflect in control of said apparatus.

[Claim 2]That to which said high-speed simulation means carries out high-speed control of said apparatus model in claim 1 by considering as an input an input change pattern predicted based on a state of an input change during a time of being completed by change from a state to which change of an input to apparatus became large.

[Claim 3]A control device of apparatus provided with a real control system which actually controls to apparatus and apparatus characterized by comprising the following.

An apparatus model which modeled the dynamic characteristics of apparatus based on correspondence relation between an input of apparatus, and an output.

An identification means which adjusts the dynamic characteristics of this apparatus model so that said apparatus model may be controlled during control of apparatus by said real control system as the same control logic as this real control system is also,

and a correspondence relation of an input and an output in this apparatus model may be in agreement to correspondence relation between an input of apparatus, and an output.

A simulation means to control that the same control logic as said real control system is also about said apparatus model by considering as an input an input change pattern which made generate two or more input change patterns one by one, and was this generated, and to predict an output corresponding to this input change pattern.

A correction control quantity determining means which calculates the amount of correction control to said apparatus for this every input change pattern based on an output predicted by said simulation means, A memory measure which memorizes the amount of correction control for every input change pattern determined by said correction control quantity determining means, A compensation means which chooses the amount of correction control corresponding to an input change pattern approximated to an input to apparatus among said two or more input change patterns from the amount of correction control memorized by said memory measure, and makes the this chosen amount of correction control reflect in control of said apparatus.

[Claim 4]In claim 3, an initial value has priority from the nearest input change pattern to an input of the actual condition over apparatus among said two or more input change patterns, That to which control by said simulation means, determination of the amount of correction control by said correction control quantity determining means, and memory of the amount of correction control by said memory measure are performed.

[Claim 5]What is performed about the following input change pattern in claim 3 after a series of control with control by said simulation means, determination of the amount of correction control by said correction control quantity determining means, and memory of the amount of correction control by said memory measure is performed about one input change pattern.

[Claim 6]That by which apparatus is used as an engine idle rpm adjusting device, and said output is made idle rpm in any 1 paragraph of claim 1 thru/or claim 5.

[Claim 7]What is set up so that said amount of correction control may prevent idle rpm from becoming below a predetermined value in claim 6.

[Claim 8]What is provided with an inhibiting means which forbids amendment by said compensation means in any 1 paragraph of claim 1 thru/or claim 5 when identification by said identification means is not performed enough.

[Claim 9]A control method of apparatus provided with a real control system which actually controls to apparatus and apparatus characterized by comprising the following.

During control of apparatus by said real control system, an apparatus model which modeled the dynamic characteristics of apparatus based on correspondence relation between an input of apparatus and an output is controlled as the same control logic as this real control system is also, An identification step which adjusts the dynamic characteristics of this apparatus model so that a correspondence relation of an input and an output in this apparatus model may be in agreement to correspondence relation between an input of apparatus, and an output.

When change of an input to apparatus is large, it controls at high speed that the same control logic as said real control system is also about said apparatus model, A correction step which determines the amount of correction control to said apparatus based on an output predicted to be prediction SUTEPU which predicts an output to a large input of this change at high speed by said prediction step, and makes this amount of correction control reflect in control of said apparatus.

[Claim 10]A control method of apparatus provided with a real control system which actually controls to apparatus and apparatus characterized by comprising the following.

During control of apparatus by said real control system, an apparatus model which modeled the dynamic characteristics of apparatus based on correspondence relation between an input of apparatus and an output is controlled as the same control logic as this real control system is also, An identification step which adjusts the dynamic characteristics of this apparatus model so that a correspondence relation of an input and an output in this apparatus model may be in agreement to correspondence relation between an input of apparatus, and an output.

A prediction step which controls that the same control logic as said real control system is also about said apparatus model by considering as an input an input change pattern which made generate two or more input change patterns one by one, and was this generated, and predicts an output corresponding to this input change pattern.

The amount determination step of correction control which calculates the amount of correction control to said apparatus for said every input change pattern based on a prediction result predicted by said prediction step.

A memory step which memorizes the amount of correction control for every input change pattern determined at said amount determination step of correction control, A

correction step which chooses the amount of correction control corresponding to an input change pattern approximated to an input to apparatus among said two or more input change patterns from the amount of correction control memorized by said memory step, and makes the this chosen amount of correction control reflect in control of said apparatus.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application] This invention relates to the control device and the control method of apparatus.

[0002]

[Description of the Prior Art] In order for these days to estimate the control to apparatus, without actually moving apparatus, Modeling apparatus and combining this modeled apparatus model and the control model which consists of the same control logic as the control logic to apparatus is proposed (refer to JP,4-159439,A).

[0003]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] By the way, these days, to apparatus and the real control system which actually controls to this in addition, by forming the simulation system using the apparatus model mentioned above, and making a simulation result reflect in a real control system, It considers that actual control of apparatus is made to be performed to fitness more.

[0004] When the input of apparatus especially changes a lot, can consider the situation which brings a result which is not preferred, but. A system which can be beforehand prevented in such an output that is not preferred is desired, and it will become convenient if such a system is realizable by the simulation using an apparatus model.

[0005] Therefore, the purpose of this invention is to provide the control device and the control method of apparatus of having enabled it to prevent beforehand bringing a result which is not preferred, when the input to apparatus changes with the simulations using an apparatus model a lot.

[0006]

[Means for Solving the Problem] If it is in this invention control device in order to attain the above-mentioned purpose, it has been performed as follows as the 1st composition. Namely, in a control device of apparatus provided with a real control

system which actually controls to apparatus and apparatus, An apparatus model which modeled the dynamic characteristics of apparatus based on correspondence relation between an input of apparatus, and an output, During control of apparatus by said real control system, said apparatus model is controlled as the same control logic as this real control system is also, When change of an identification means which adjusts the dynamic characteristics of this apparatus model, and an input to apparatus is large so that a correspondence relation of an input and an output in this apparatus model may be in agreement to correspondence relation between an input of apparatus, and an output, It controls at high speed that the same control logic as said real control system is also about said apparatus model, Based on an output predicted by high-speed simulation means to predict an output to a large input of this change at high speed, and said high-speed simulation means, the amount of correction control to said apparatus is calculated, and it has composition provided with a compensation means which makes this amount of correction control reflect in control of said apparatus.

[0007]It has the following composition, if it is in this invention control method corresponding to the 1st composition of the above. Namely, in a control method of apparatus provided with a real control system which actually controls to apparatus and apparatus, During control of apparatus by said real control system, an apparatus model which modeled the dynamic characteristics of apparatus based on correspondence relation between an input of apparatus and an output is controlled as the same control logic as this real control system is also, When change of an identification step which adjusts the dynamic characteristics of this apparatus model, and an input to apparatus is large so that a correspondence relation of an input and an output in this apparatus model may be in agreement to correspondence relation between an input of apparatus, and an output, It controls at high speed that the same control logic as said real control system is also about said apparatus model, Based on an output predicted to be prediction SUTEPU which predicts an output to a large input of this change at high speed by said prediction step, the amount of correction control to said apparatus is determined, and it has composition provided with a correction step which makes this amount of correction control reflect in control of said apparatus.

[0008]If it is in this invention control device in order to attain said purpose, it has been performed as follows as the 2nd composition. Namely, in a control device of apparatus provided with a real control system which actually controls to apparatus and apparatus, An apparatus model which modeled the dynamic characteristics of

apparatus based on correspondence relation between an input of apparatus, and an output, During control of apparatus by said real control system, said apparatus model is controlled as the same control logic as this real control system is also, An identification means which adjusts the dynamic characteristics of this apparatus model so that a correspondence relation of an input and an output in this apparatus model may be in agreement to correspondence relation between an input of apparatus, and an output, It controls that the same control logic as said real control system is also about said apparatus model by considering as an input an input change pattern which made generate two or more input change patterns one by one, and was this generated, A simulation means to predict an output corresponding to this input change pattern, A correction control quantity determining means which calculates the amount of correction control to said apparatus for this every input change pattern based on an output predicted by said simulation means, The amount of correction control corresponding to a memory measure which memorizes the amount of correction control for every input change pattern determined by said correction control quantity determining means, and an input change pattern approximated to an input to apparatus among said two or more input change patterns is chosen from the amount of correction control memorized by said memory measure, It has composition provided with a compensation means which makes the this selected amount of correction control reflect in control of said apparatus.

[0009]It has the following composition, if it is in this invention control method corresponding to the 2nd composition of the above. Namely, in a control method of apparatus provided with a real control system which actually controls to apparatus and apparatus, During control of apparatus by said real control system, an apparatus model which modeled the dynamic characteristics of apparatus based on correspondence relation between an input of apparatus and an output is controlled as the same control logic as this real control system is also, An identification step which adjusts the dynamic characteristics of this apparatus model so that a correspondence relation of an input and an output in this apparatus model may be in agreement to correspondence relation between an input of apparatus, and an output, It controls that the same control logic as said real control system is also about said apparatus model by considering as an input an input change pattern which made generate two or more input change patterns one by one, and was this generated, A prediction step which predicts an output corresponding to this input change pattern, and the amount determination step of correction control which calculates the amount of correction control to said apparatus for said every input change pattern based on a prediction

result predicted by said prediction step, The amount of correction control corresponding to a memory step which memorizes the amount of correction control for every input change pattern determined at said amount determination step of correction control, and an input change pattern approximated to an input to apparatus among said two or more input change patterns is chosen from the amount of correction control memorized by said memory step, It has composition provided with a correction step which makes the this selected amount of correction control reflect in control of said apparatus.

[0010]

[Effect of the Invention]When the big input change to apparatus occurs according to this invention control device indicated to claim 1, The output of apparatus is predicted at high speed using an apparatus model, and since the controlled variable of apparatus is amended as it is also in the amount of correction control obtained based on this prediction result, it can prevent beforehand bringing a result which is not preferred. Since the dynamic characteristics of an apparatus model are identified becoming the same as the dynamic characteristics of actual apparatus, also enough corresponding to the individual difference of apparatus, or aging, output aggravation of apparatus can be prevented certainly.

[0011]As an exact thing corresponding to [by having composition which was indicated to claim 2 / as much as possible] the input change to actual apparatus for the input to the apparatus model, when performing output prediction of the apparatus using an apparatus model correctly, That is, it will become desirable when performing controlled-variable amendment of apparatus more correctly, satisfying a response.

[0012]According to this invention control device indicated to claim 3, the effect corresponding to claim 1 and the same effect can be acquired. According to this invention control device, even if it does not use a high-speed arithmetic unit, it can especially carry out.

[0013]The output of apparatus can be prevented from getting worse even if it is before the amount of correction control is determined about all the input change patterns, since the amount of correction control is determined from the input change pattern near the actual input change to apparatus by having composition which was indicated to claim 4. [0014]By having composition which was indicated to claim 5, the effect corresponding to claim 4 and the same effect can be acquired.

[0015]Aggravation of idle rpm can be prevented by having composition which was indicated to claim 6. By having composition which was indicated to claim 7, the situation where idle rpm falls unusually and carries out an engine failure can be

prevented.

[0016]By having composition which was indicated to claim 8, when preventing the situation where the controlled variable of apparatus will be amended as it is also in the amount of correction control which is not preferred, it will become desirable.

[0017]By having composition which was indicated to claim 9, the effect corresponding to claim 1 and the same effect can be acquired. By having composition which was indicated to claim 10, the effect corresponding to claim 3 and the same effect can be acquired.

[0018]

[Example]It explains based on the drawing which attached the example of this invention below. In the example, it is considered as idle rpm control (ISC), and let the apparatus used as a controlled object be an ISC valve for suction-air-quantity adjustment.

[0019]In the explanatory view 1 of drawing 1, 1 is an engine suction passage and the 2 air flow meter air cleaner 3 and the throttle valve 4 are allocated one by one from the upstream to the downstream. The bypass channel 6 which bypasses the throttle valve 4 is established in the suction passage 1, and ISC valve 7 is connected to this bypass channel 6 as an idle rpm adjustment device.

[0020]ISC valve 7 is for adjusting the suction air quantity which passes through the bypass channel 6, and adjusting idle rpm, and the opening is controlled by the electromagnetic actuator 5 by the continuation variable type. That is, during the idle operation which an accelerator opening is zero or about 0, and the engine speed value became below in the prescribed rotational frequency, ISC valve 7 is controlled so that an engine speed value turns into a target idle rotational frequency (for example, 700 rpm). The control unit for controlling, this ISC valve 7 5, i.e., actuator, is shown by the numerals U, and it is collectively shown with the numerals S by the sensor or switch group which takes up the signal used for control by this control unit U. Let the output value from control unit U to the actuator 5 be a duty ratio as a control value for considering it as a target idle rotational frequency. Control unit U is constituted using a micro computer.

[0021]Each portion except the numerals 21A portion which the explanatory view 2 of drawing 2 shows the control content in control unit U in block diagram, and is shown as a figure inner substance machine engine is contained.In this drawing 2, what is divided roughly and shown with the numerals U1 is a real control system which controls the actual engine 21A, and what is shown with the numerals U2 is a model control system which performs control to the apparatus model 21B corresponding to

the actual engine 21A.

[0022]The real control system U1 is provided with the integration circuit 22A for feedback control, and the observer circuit 23A used as the main component of modern control. The target idle rotational frequency NT is inputted into the real control system U1, and the deviation of the NT concerned and actual engine speed value (idle rpm) NE1 is inputted into the integration circuit 22A by the subtractor 24A.

[0023]The observer circuit 23A calculates a predetermined control value based on the duty ratio to the input value 5, i.e., the actuator, to actual engine speed value NE1 and the system engine 21A. And the deviation of the control value and the output value from the integration circuit 22A which were calculated in the observer circuit 23A calculates with the subtractor 24A, and let this result of an operation be an input value over the system engine 21A (considered as the input value over the observer circuit 23A).

[0024]On the other hand, the model control system U2 controls the apparatus model (hard model) 21B which modeled the dynamic characteristics of the system engine. This apparatus model 21B is set up based on a correspondence relation with the output value over the input value of the system engine 21A, and is set up in the state of being thoroughly in agreement with the dynamic characteristics of the system engine 21A become the same output value to the same input value. The model control system U2 to this apparatus model 21B is set up become the same control logic as the control system U1, is replaced with the numerals "A" in the control system U1, and is shown in the component in the control system U1, and the corresponding component using the numerals of "B." And the target idle rotational frequency as an input value in the control systems U1 and U2 is communalized as NT, the output value in the real control system U1 is set to engine speed value NE1 in the system engine 21A, and the output value in the model control system U2 is set to engine speed value NE2 calculated.

[0025]Both the above-mentioned control systems U1 and U2 are managed by the control circuit 26, and amendment (correction amount determination) to the identification which adjusts the dynamic characteristics of the apparatus model 21B, and the controlled variable of the real control system U1 is performed so that it may mention later. For this reason, the identification circuit 28 which adjusts the dynamic characteristics of the apparatus model 21B, and the correction circuit 27 which amends the controlled variable by the real control system U1 (amendment execution) are formed, and both the circuits 27 and 28 operate under control of the control circuit 26.

[0026]The explanatory view 3 of drawing 3 and drawing 4 shows the example of the apparatus model 21B in drawing 2. The circuit R3 is for obtaining the size of engine generating torque, and the fill ration Q, fuel-oil-consumption TP, and ignition-timing IG are used as a parameter for it. In order to obtain the fill ration Q used in this circuit R3, each processing by the circuit R1, R2, and R4 is performed, but as for Duty in a throttle opening and the circuit R2, TVO in the circuit R1 shows the duty ratio to the actuator 5. The outputs from the circuits R1 and R2 are outputted to the circuit R3 as the fill ration Q, after being added by the adding machine R8 and delay processing in the circuit R4 is made.

[0027]The circuit R6 shows an engine loss torque, and a charging efficiency and pumping loss data are contained. The loss torque TH in this circuit R6 is subtracted from the torque calculated in the circuit R3 by the subtractor R9, and the torque T after [this] being subtracted is inputted into the circuit R7. In the circuit R7, engine speed value NE2 in the model control system U2 is calculated according to the formula shown here. I and K are control parameters in the formula shown by R7.

[0028]Each characteristic formula of the circuits 22B and 23B in the model control system U2 shown in drawing 2 is shown in drawing 4. In this drawing 4, "i" is a suffix, KI is a control parameter (constant of integration) of the integration circuit 22B, and K1-K7 are the control parameters of the observer circuit 23B. In the characteristic formula of the observer circuit 23B, the value to the 5 times forward of a previous value is used among this time value of the output value NE (NE2), a previous value, and the duty ratio to the actuator 5, and a total of seven values are used as a parameter for an operation.

[0029]Here, the characteristic formula in the circuits 22A and 23A in the real control system U1 is set up like the characteristic formula of the circuits 22B and 23B shown in drawing 4 (the characteristic formula of the circuits 22B and 23B is set up according to the circuits 22A and 23A).

[0030]Explanation control unit U of drawing 5 and drawing 6 is constituted using the micro computer as a thing including the real control systems U1 and U2 and the circuits 26 and 27 in drawing 2.

The control content is explained below.

The control by control unit U also includes the control which the simulation using this apparatus model 21B other than dynamic-characteristics adjustment (identification) of the apparatus model 21B and its result are made to reflect in the real control system U1.

Let the simulation be a thing for controlled-variable amendment of the real control

system U1.

[0031]First, in Z51 of drawing 5, identification which adjusts the dynamic characteristics of the apparatus model 21B mentioned later so that it may agree with the dynamic characteristics of a actual engine is performed, and, subsequently control of the reflection to a simulation and the real control system U1 of the result is performed in Z52.

[0032]The contents of Z51 of drawing 5 (control for identification) are shown in drawing 6. In Z31 of this drawing 6, it is distinguished whether many inputs are changing to the system engine 21A. The variation of DFB which shows the variation of the duty ratio which the variation of a throttle opening is beyond a predetermined value, and is specifically outputted to the actuator 5 is beyond a predetermined value, And when three conditions that the variation of the target revolving speed NT is beyond a predetermined value are satisfied, it is being under [multi input change] saying, and a return is carried out as it is, without distinction of Z31 serving as NO and identifying at this time.

[0033]At the time of NO, it is distinguished in Z32 by distinction of Z31 whether the evaluation value Hi which shows the error at the time of regular, i.e., the coincidence degree of the system engine 21A and the apparatus model 21B in a steady operation state, is small. When small, this evaluation value Hi becomes what has a high coincidence degree, so that it may mention later. At the time at the time of NO, it is distinguished in Z33 by this distinction of Z32 whether the present system engine 21A is operating steadily. At the time of YES, identification of the apparatus model 21B at the time of steady operation is performed by processing of Z34-Z37 by this distinction of Z33. Identification at the time of this steady operation is performed by optimizing control parameters, such as a damping time constant in the circuit R1 shown in drawing 2, R2, and R3.

[0034]In Z34, one combination is chosen from the combination the control parameters the circuit R1 – for R3 are remembered to be from No. 1 to [from a **** programming map] No. n. Subsequently, predetermined time integration of what carried out the square of the absolute value of the deviation of output-value NE2 of the model control system U2 and output-value NE1 of the real control system U1 which are obtained by the operation based on the i-th selected combination (i=1-n) in Z35 is carried out, The evaluation value Hi which shows the error degree about the i-th constant of integration is determined. This evaluation value Hi will become so desirable that it is small as mentioned above.

[0035]The evaluation value H_i of Z35 is attached [above-mentioned] by the n -th from the 1st, is calculated one by one, and the result is memorized as $H_1 - H_n$ in Z36. Then, in Z37, the control parameter which will show the evaluation value H_1 memorized by Z36 – the evaluation value of the minimum out of H_n is used as the circuit R1 of the apparatus model 21B – a control parameter for R3 (changed).

[0036]At the time of YES, it is distinguished in Z38 by said distinction of Z32 whether the operational status of the system engine 21A is a transient. When the variation of engine speed value NE1 is beyond a predetermined value, or when the variation of DFB is beyond a predetermined value, distinction of Z38 specifically serves as YES, and identification of the apparatus model 21B in a transient is performed by processing of Z39–Z42 at this time. The identification in this transient will optimize a control parameter with the circuits R4 and R5 of drawing 2. Since the technique of this optimization is substantially performed like always [said / constant], that duplicate explanation is omitted.

[0037]The return of the time of NO is carried out by the time of NO, or distinction of Z38 by said distinction of Z33, without identifying, respectively. Although also making it shift to Z38 is considered by distinction of Z33 at the time of NO, In an example, since priority is given to the identification of the control parameter the circuit R1 – for R3 which has big influence at the time of steady operation, it has been made to carry out the return of the time of NO by distinction of Z33 as it is (in order to identify previously).

[0038]Although the contents of the five explanatory viewZ52 of drawing 7 and drawing 8 are shown in drawing 7 and drawing 8, the outline of control is explained referring to drawing 8 first. The time of a throttle opening with t_1 time actual among this drawing 8 beginning to decrease rapidly is shown (when the absolute value of the rate of change in a throttle opening is the 1st more than predetermined value), The time (when the rate of change in a throttle opening becomes the 2nd less than predetermined value, –, however the 1st predetermined value are larger than the 2nd predetermined value enough) of being completed by rapid reduction of a throttle opening at the t_2 time is shown.

[0039]A flag is set to 1 from 0 at the t_2 time, and the time of in the state of 1, only the predetermined time $2T$ being continued and this flag passing $2T$ is shown by t_3 . This time T is a damping time constant after a throttle opening changes until an engine speed value actually changes.

In an example, it is what predicts the situation of change of the engine speed value between $2T$ from t_2 time, and the situation of change of the engine speed value

predicted is shown in drawing 8 (c).

And prediction of change of an engine speed value is extremely performed by the high-speed simulation between short time (for example, 5msec), after a flag is set to 1. Drawing 8 (d) shows the prediction input pattern for simulations set up based on change of the actual throttle opening of t1 to t2 time. It may be made to create this prediction input pattern also including the part in front of predetermined time rather than t1 time.

[0040]It is distinguished whether it is a time of a flag being changed into 1 from 0 in Z1 of drawing 7 on the assumption that the above thing. By this distinction of Z1, at the time of NO, it shifts to Z9, and the output of an apparatus model calculates it as it is also at the usual speed.

[0041]When distinction of Z1 is YES, in Z2, it is switched to the mode which carries out high speed operation. Subsequently, in Z3, a prediction input pattern as shown in drawing 8 (d) is set up based on the situation of change of the actual throttle opening between t1–t2 of drawing 8. Then, the output according to the prediction input pattern set up by Z3 is called for by carrying out high speed operation by processing of Z24 and Z25 (prediction of engine rotation change as shown in drawing 8 (c)). Although this n operation is performed, this n is the integer which omitted less than the decimal point for the value which **(ed) said prediction period 2T with the sampling period (sampling period in high speed mode) (from the time t2 time of drawing 8, it asks for a total of n estimated engine speed for every sampling period).

[0042]After the high speed operation about 2T period is completed, distinction of Z4 serves as YES and shifts to Z6. In these Z6, the minimum engine speed value is determined among the estimated engine speed of Z5 by which high speed operation was carried out. Subsequently, in Z7, it is distinguished whether the predicted minimum engine speed value is smaller than 500 rpm. By this distinction of Z7, since there is fear of an engine failure at the time of YES, in Z8, amendment in which suction air quantity increases is performed. The amount of increases of the suction air quantity of Z8 (correction amount), Although it is good also as a certain constant value, the proper setting-out techniques, such as setting up become so large that the deviation of an estimated–minimum engine speed value and permission minimum rotating speed (an example 500 rpm) be large, for example, can be adopted, and the desirable example of control of this amount determination of correction control is indicated in the below-mentioned example. Of course, correction amount realization by these Z8 is performed as opening amendment (duty ratio amendment outputted to the actuator 5) to ISC valve 7.

[0043]The explanatory view 9 of drawing 9 shows the desirable example about the determination of the amount of correction control of Z8 in drawing 7. In this drawing 9, it is distinguished in Z61 whether the identification explained by drawing 6 is completed. The minimum evaluation H by Z37 in drawing 6 can presuppose this distinction that identification is performed enough, for example, when smaller than a predetermined value (the minimum evaluation H by Z42 may add the conditions below of a predetermined value further). Since it has not agreed with the dynamic characteristics of the apparatus 21A with the actual dynamic characteristics of the apparatus model 21B enough in this distinction of Z61 at the time of NO, a return is carried out as it is that the correction control based on prediction should be forbidden at this time. Amendment can be forbidden as a result by setting up forbid the high speed operation using the apparatus model 21B when distinction of Z61 is provided before Z1 of drawing 7 and identification is not performed enough.

[0044]the amount P_i ($i = 1, 2, \dots$ it being n and) of correction control of a large number by which it was set as the **** programming map by processing of Z62-Z65 by distinction of Z61 at the time of YES About each by which P is made the duty ratio for suction-air-quantity adjustment, using the prediction input pattern used by Z3 of drawing 7, an engine speed value is predicted by high speed operation (Z63), and the evaluation is performed for every amount of correction control (it is Z64 and evaluation corresponding to P_i is set to J_i). This evaluation can be shown as a deviation amount to the center value of the engine speed value predicted by Z5 of drawing 7, for example (evaluation is so high that a deviation amount is small). And in Z66, the amount P_i of correction control corresponding to the most desirable evaluation is realized as an amount of correction control to the actual apparatus 21A among the evaluations J_i by Z64.

[0045]By this example which is what shows other examples of this invention, the explanatory view 10 of drawing 10 – drawing 12 – drawing 12. For example, as shown in drawing 12, the engine speed value as an output is beforehand predicted for every input change pattern of this supposing many input change patterns (setting out), and that amount of correction control is determined and memorized. And when the input to the actual apparatus 21A changes a lot, the amount of correction control corresponding to the input change pattern approximated to this change is chosen, and a controlled variable [as opposed to / that it is also in this selected amount of correction control / the actual apparatus 21A] is amended. Since it is not necessary to carry out high speed operation of the case of this example, a thing cheap as control unit U can also be operation-ized.

[0046]In drawing 10, what is shown as Vm1 and Vm2 is equivalent to the combined thing of the control unit U2 and the apparatus model 21B in drawing 2, respectively on the assumption that the above thing. Among these, Vm1 is chiefly used, in order to perform identification mentioned above. And it is used in order that Vm2 may determine the amount of correction control corresponding to many input change patterns chiefly. For this reason, each parameter which shows the dynamic characteristics of the apparatus model 21B in Vm1 after the end of identification by the parameter transfer part 31 is transmitted as an object for the dynamic characteristics of the apparatus model 21B in Vm2 (used). In the input generation part 32 of drawing 10, many input change patterns mentioned above are generated one by one, and this generated input change pattern is used as an input of Vm2.

[0047]In Z71 of drawing 11, a decision of ***** is made in a simulation from which input change pattern among the input change patterns of a large number shown in drawing 12. Selection of the input change pattern of Zthese 71 is preferentially chosen from what was approximated to the input change to the actual apparatus 21A (output from the input change pattern generating section 32 of the selected input change pattern). Subsequently, in Z72, a simulation is performed and prediction of the engine speed value corresponding to the input change pattern selected by Z71 is performed. This simulation is performed at the rate of usual rather than is high-speed.

[0048]in Z73, the most desirable amount of correction control (amendment suction air quantity) is determined based on the predicted engine speed value — having (for example, determination in a technique as shown in drawing 9 mentioned above) — the determined amount of correction control is memorized.

[0049]Although it is distinguished whether it is a time of searching the memorized amount of correction control with Z74, this distinction is equivalent to distinction of whether to be at the t1 time in drawing 8 (distinction of whether the rate of change in a throttle opening is beyond a predetermined value). By this distinction of Z74, the return of the time of NO is carried out as it is noting that it is at the time which does not need amendment by the amount of correction control. the degree coincidence Ri (i= 1, 2, and ... it being n and) of an input state [on Z75 and as opposed to / in the time of YES / the actual apparatus 21A by distinction of Z74], and the input change pattern in Vm2 n is calculated based on the formula the integer which **(ed) the prediction period 2T with the sampling period is indicated to be to Z75 of drawing 11. The inside yi of this formula is a throttle opening in i time. And since yi serves as zero when change of a actual throttle opening is completely the same as the input change pattern for simulations, the degree Ri of agreement is set to one.

[0050]In Z76, it is distinguished after Z75 whether it is a time of ending search. This distinction is performed from seeing the rate of change in a throttle opening whether set to about 0 (considerable at the drawing 8 t2 time). At the time of YES, the final correction controlled variable Pf is calculated in Z77 based on the formula shown here by distinction of Z76. The calculation by these Z77 performs weighting of the amount Pi of correction control corresponding to the input change pattern of plurality (there is also a case) approximated to the changing condition of the actual throttle opening. And in Z78, the final correction controlled variable Pf is outputted to the actual apparatus 21A.

[0051]The explanatory view 13 of drawing 13 shows the example which forbade performing amendment which used the amount of correction control, when identification of the apparatus model is not performed enough. That is, in Z81, fold of the parameter (at an example, they are an engine speed value, and an engine load and the degree of engine cooling water temperature) which shows a operating range of the present engine is carried out first. Subsequently, in Z82, whenever identification by Z51 of drawing 5 is performed, the counted value of the engine operation field equivalent to the parameter by which fold was carried out by Z81 counts up.

[0052]In Z83, it is distinguished whether the counted value of the engine operation field by which fold was carried out by Z81 is beyond a predetermined value. By this distinction of Z83, at the time of NO, simulation execution of Z52 of drawing 5 is forbidden noting that identification is a operating range which is not performed enough (Z84). By distinction of Z83, at the time of YES, the simulation of Z52 of drawing 5 is performed noting that identification is the operating range currently performed enough (Z85).

[0053]A total of four model systems Vm11–Vm14 for simulations which have the apparatus model 21B and the control unit U2 of drawing 2, respectively are used for the explanatory view 14 of drawing 14. That is, Vm11 is used for amendment by the identification and the amount of correction control which were mentioned above by the object for simulations using the same input as the input of actual apparatus. Vm12 performs the simulation which considers as an input what added only the predetermined error (dispersion) alpha to the actual input. Vm13 performs the simulation which considers as an input what subtracted only the predetermined error alpha to the actual input. Vm14 performs the simulation considered as the input which added the noise to the actual input. By the simulation of these three model systems Vm12–Vm14. A simulation when it has a simulation and a noise when it has alpha part dispersion can be performed beforehand, and it can use for the determination of the

amount of correction control based on the result (engine speed value as an output). In this case, if high speed operation is performed, an input can be switched (change of the four same things as the input of +alpha, -alpha, those with a noise, and actual apparatus), and the same function as drawing 14 can be obtained only by one model system.

[0054] Although the example was described above, this invention includes not only this but the case where it is as follows, for example.

** It is applicable not only to engine idle rpm control but proper appliance control, for example, the transmission control of an automatic transmission, traction control, ABC control, an engine constant torque control, engine Air Fuel Ratio Control, etc.

[0055] In the transmission control of an automatic transmission, as an apparatus model, To the dynamic characteristic model of the engine shown in drawing 3, in addition, the dynamic characteristic model (oil temperature etc. current events loss property and dynamics characteristic of changing every moment) of an automatic transmission, The dynamic characteristics of a drive system – a tire are set up, and the body (driving wheel) order acceleration as an output from the drive system used as the final output – tire dynamic characteristics is predicted. In this case, identification considers it as the loss property of an automatic transmission, and the dynamics characteristic, and the valuation function at the time of identification makes the best the thing of the minimum [integration / of a deviation with acceleration before and after predicting it as actual order acceleration]. And a transmission schedule can be amended so that the rate of change in acceleration before and after predicting may serve as the minimum (a shaft direction and a load direction are changed variously and the transmission schedule from which order acceleration serves as the minimum is looked for).

[0056] In traction control (ABS control), In addition to the dynamic characteristic model of the engine shown in drawing 3, the dynamic characteristics of the vehicle speed and the "road surface mu–vehicle speed" which sets up a road surface state (difference of an asphalt road surface, a snowy road, etc.) for correlation with the road surface mu as a parameter are set up, and let the output of the dynamic characteristics of this "road surface mu–vehicle speed" be body order acceleration. Identification is performed about the characteristic of the "road surface mu–vehicle speed." In traction control, the valuation function of identification makes the best that from which the integration of a deviation with the slip ratio predicted to be a actual slip ratio of a driving wheel serves as the minimum. What is necessary is just to calculate the initial control input (for example, the reduction amount of a throttle

opening, the retarded volume of ignition timing) of traction control and the optimum value of a target slip ratio in the input pattern of various throttle openings a priori by the simulation (initial control input and the optimal target slip ratio are objects of amendment). In the case of ABS control, it should just ask for the optimal target wheel deceleration in a brake pressure input (brake pressure is an object of amendment). [0057]In an engine constant torque control, identification carries out that an engine and an automatic transmission are regular about both the parameters of **** using the thing same as an apparatus model as the case of said automatic transmission. What is necessary is just to ask for the throttle opening which satisfies target torque (body order acceleration) by a simulation at an engine speed value and a given accelerator opening (a throttle opening is an object of amendment).

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1]The figure showing the idle rpm adjusting part to which this invention is applied.

[Drawing 2]The figure showing the control system to which this invention was applied in block diagram.

[Drawing 3]The figure showing an example of the apparatus model corresponding to a system engine.

[Drawing 4]The figure showing the example of setting out of the control characteristic type in a model control system.

[Drawing 5]The flow chart which shows the example of control of this invention.

[Drawing 6]What shows the portion which identifies an apparatus model by the flow chart which shows the example of control of this invention.

[Drawing 7]What shows the portion which performs the simulation using an apparatus model by the flow chart which shows the example of control of this invention.

[Drawing 8]The time chart which shows the contents of the simulation in drawing 7 roughly.

[Drawing 9]The flow chart which shows the desirable example of control which determines the amount of correction control.

[Drawing 10]The figure corresponding to [other examples of this invention are shown and] drawing 2.

[Drawing 11]The flow chart which shows the example of control of the example shown

in drawing 10.

[Drawing 12]The figure showing the example of setting out of many input change patterns used for the example shown in drawing 10.

[Drawing 13]The flow chart which shows the example of control which forbade correction control.

[Drawing 14]The figure corresponding to [other examples of control of this invention are shown, and] drawing 2.

[Explanation of agreement]

1: Suction passage

5: Actuator

6: Bypass channel

7: Suction-air-quantity regulating valve

U: Control unit

U1: Real control system

U2: Model control system

21A: System engine

21B: Model engine (apparatus model)

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平8-16215

(43)公開日 平成8年(1996)1月19日

(51)Int.Cl.
G 05 B 17/02
9/02
23/02
// F 02 D 45/00

識別記号 庁内整理番号
7531-3H
D
H 7531-3H
P 7531-3H

370 B

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数10 FD (全 13 頁)

(21)出願番号 特願平6-167396

(22)出願日 平成6年(1994)6月27日

(71)出願人 000003137

マツダ株式会社

広島県安芸郡府中町新地3番1号

(72)発明者 原田 靖裕

広島県安芸郡府中町新地3番1号 マツダ
株式会社内

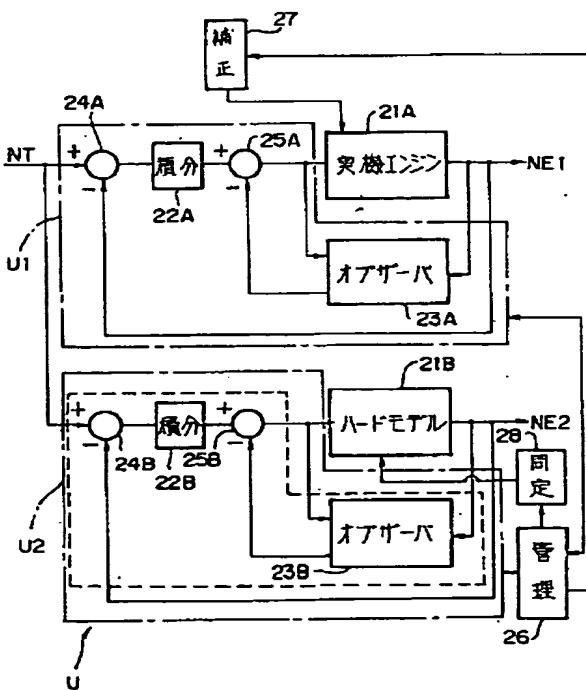
(74)代理人 弁理士 村田 実

(54)【発明の名称】 機器の制御装置および制御方法

(57)【要約】

【目的】機器への入力が大きく変化したときの機器の出力悪化を防止する。

【構成】機器21Aとこれに対する実制御系U1に対応して、機器21Aの動特性をモデル化した機器モデル21Bとモデル制御系U2とを備える。同じ入力に対して機器21Aの出力と機器モデル21Bの出力とが一致するように、機器モデル21Bの動特性が調整される(同定)。機器21Aに対する入力が大きく変化したとき、機器モデル21Bを利用した高速シミュレーションによって機器21Aの出力を予測し、予測された出力が悪化しないように、機器21Aに対する制御量が補正される。多数の入力変化パターン毎に、シミュレーションによって補正制御量をあらかじめ決定、記憶しておき、機器21Aの入力に近い入力変化パターンに対応した補正制御量での補正を行うこともできる。



1

【特許請求の範囲】

【請求項1】機器と機器に対して実際に制御を行なう実制御系とを備えた機器の制御装置において、機器の入力と出力との対応関係に基づいて機器の動特性をモデル化した機器モデルと、前記実制御系による機器の制御中に該実制御系と同一の制御ロジックでもって前記機器モデルを制御して、機器の入力と出力との対応関係に対して該機器モデルにおける入力と出力との対応関係が一致するように該機器モデルの動特性を調整する同定手段と、機器に対する入力の変化が大きいとき、前記機器モデルを前記実制御系と同一の制御ロジックでもって高速で制御して、該変化の大きい入力に対する出力を高速で予測する高速シミュレーション手段と、前記高速シミュレーション手段によって予測された出力に基づいて前記機器に対する補正制御量を求めて、該補正制御量を前記機器の制御に反映させる補正手段と、を備えていることを特徴とする機器の制御装置。

【請求項2】請求項1において、前記高速シミュレーション手段が、機器に対する入力の変化が大きくなった状態から変化が収束した時点までの間の入力変化の状態に基づいて予測される入力変化パターンを入力として、前記機器モデルを高速制御するもの。

【請求項3】機器と機器に対して実際に制御を行なう実制御系とを備えた機器の制御装置において、機器の入力と出力との対応関係に基づいて機器の動特性をモデル化した機器モデルと、前記実制御系による機器の制御中に該実制御系と同一の制御ロジックでもって前記機器モデルを制御して、機器の入力と出力との対応関係に対して該機器モデルにおける入力と出力との対応関係が一致するように該機器モデルの動特性を調整する同定手段と、複数の入力変化パターンを順次発生させて、該発生された入力変化パターンを入力として前記機器モデルを前記実制御系と同一の制御ロジックでもって制御して、該入力変化パターンに対応する出力を予測するシミュレーション手段と、

前記シミュレーション手段により予測された出力に基づいて、該各入力変化パターン毎に前記機器に対する補正制御量を求める補正制御量決定手段と、

前記補正制御量決定手段で決定された各入力変化パターン毎の補正制御量を記憶する記憶手段と、

前記複数の入力変化パターンのうち機器に対する入に近似した入力変化パターンに対応した補正制御量を前記記憶手段に記憶された補正制御量から選択して、該選択された補正制御量を前記機器の制御に反映させる補正手段と、を備えていることを特徴とする機器の制御装置。

【請求項4】請求項3において、

前記複数の入力変化パターンのうち機器に対する現状の

50

2

入力に対して初期値がもっとも近い入力変化パターンから優先して、前記シミュレーション手段による制御と前記補正制御量決定手段による補正制御量の決定と前記記憶手段による補正制御量の記憶とが行なわれるもの。

【請求項5】請求項3において、前記シミュレーション手段による制御と前記補正制御量決定手段による補正制御量の決定と前記記憶手段による補正制御量の記憶との一連の制御が、1つの入力変化パターンについて行なわれた後、次の入力変化パターンについて行なわれるもの。

【請求項6】請求項1ないし請求項5のいずれか1項において、

機器がエンジンのアイドル回転数調整装置とされ、前記出力がアイドル回転数とされているもの。

【請求項7】請求項6において、前記補正制御量が、アイドル回転数が所定値以下になるのを防止するように設定されるもの。

【請求項8】請求項1ないし請求項5のいずれか1項において、

前記同定手段による同定が十分行なわれていないとき、前記補正手段による補正を禁止する禁止手段を備えているもの。

【請求項9】機器と機器に対して実際に制御を行なう実制御系とを備えた機器の制御方法において、機器の入力と出力との対応関係に基づいて機器の動特性をモデル化した機器モデルを、前記実制御系による機器の制御中に該実制御系と同一の制御ロジックでもって制御して、機器の入力と出力との対応関係に対して該機器モデルにおける入力と出力との対応関係が一致するよう該機器モデルの動特性を調整する同定ステップと、機器に対する入力の変化が大きいとき、前記機器モデルを前記実制御系と同一の制御ロジックでもって高速で制御して、該変化の大きい入力に対する出力を高速で予測する予測ステップと、前記予測ステップで予測された出力に基づいて前記機器に対する補正制御量を決定して、該補正制御量を前記機器の制御に反映させる補正ステップと、を備えていることを特徴とする機器の制御方法。

【請求項10】機器と機器に対して実際に制御を行なう実制御系とを備えた機器の制御方法において、機器の入力と出力との対応関係に基づいて機器の動特性をモデル化した機器モデルを、前記実制御系による機器の制御中に該実制御系と同一の制御ロジックでもって制御して、機器の入力と出力との対応関係に対して該機器モデルにおける入力と出力との対応関係が一致するよう該機器モデルの動特性を調整する同定ステップと、複数の入力変化パターンを順次発生させて、該発生された入力変化パターンを入力として前記機器モデルを前記実制御系と同一の制御ロジックでもって制御して、該入力変化パターンに対応する出力を予測する予測ステップ

と、
前記予測ステップで予測された予測結果に基づいて、前記各入力変化パターン毎に前記機器に対する補正制御量を求める補正制御量決定ステップと、
前記補正制御量決定ステップで決定された各入力変化パターン毎の補正制御量を記憶する記憶ステップと、
前記複数の入力変化パターンのうち機器に対する入力に近似した入力変化パターンに対応した補正制御量を前記記憶ステップで記憶された補正制御量から選択して、該選択された補正制御量を前記機器の制御に反映させる補正ステップと、を備えていることを特徴とする機器の制御方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は機器の制御装置および制御方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】最近では、機器を実際に動かすことなく機器に対する制御の評価を行なうため、機器をモデル化して、このモデル化された機器モデルと、機器に対する制御ロジックと同一の制御ロジックからなる制御モデルとを組み合わせることが提案されている（特開平4-159439号公報参照）。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】ところで、最近では、機器とこれに対して実際に制御を行なう実制御系に加えて、上述した機器モデルを利用したシュミレーションシステムを設けて、シュミレーション結果を実制御系に反映させることにより、機器の実際の制御がより良好に行なわれるようになることが考えられている。

【0004】とりわけ、機器の入力が大きく変化したとき、機器の出力が好ましくない結果となってしまう事態が考えられるが、このような好ましくない出力結果を未然に防止できるようなシステムが望まれており、このようなシステムを、機器モデルを利用したシュミレーションによって実現できれば好都合となる。

【0005】したがって、本発明の目的は、機器モデルを利用したシュミレーションによって、機器に対する入力が大きく変化したときに機器の出力が好ましくない結果になってしまふのを未然に防止できるようにした、機器の制御装置および制御方法を提供することにある。

【0006】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、本発明制御装置にあっては、その第1の構成として次のようにしてある。すなわち、機器と機器に対して実際に制御を行なう実制御系とを備えた機器の制御装置において、機器の入力と出力との対応関係に基づいて機器の動特性をモデル化した機器モデルと、前記実制御系による機器の制御中に該実制御系と同一の制御ロジックでもって前記機器モデルを制御して、機器の入力と出力とを対応関係としてある。

の対応関係に対して該機器モデルにおける入力と出力との対応関係が一致するように該機器モデルの動特性を調整する同定手段と、機器に対する入力の変化が大きいとき、前記機器モデルを前記実制御系と同一の制御ロジックでもって高速で制御して、該変化の大きい入力に対する出力を高速で予測する高速シュミレーション手段と、前記高速シュミレーション手段によって予測された出力に基づいて前記機器に対する補正制御量を求めて、該補正制御量を前記機器の制御に反映させる補正手段と、を備えた構成としてある。

【0007】上記第1の構成に対応した本発明制御方法にあっては、次のような構成とされる。すなわち、機器と機器に対して実際に制御を行なう実制御系とを備えた機器の制御方法において、機器の入力と出力との対応関係に基づいて機器の動特性をモデル化した機器モデルを、前記実制御系による機器の制御中に該実制御系と同一の制御ロジックでもって制御して、機器の入力と出力との対応関係に対して該機器モデルにおける入力と出力との対応関係が一致するように該機器モデルの動特性を調整する同定ステップと、機器に対する入力の変化が大きいとき、前記機器モデルを前記実制御系と同一の制御ロジックでもって高速で制御して、該変化の大きい入力に対する出力を高速で予測する予測ステップと、前記予測ステップで予測された出力に基づいて前記機器に対する補正制御量を決定して、該補正制御量を前記機器の制御に反映させる補正ステップと、を備えた構成としてある。

【0008】前記目的を達成するため、本発明制御装置にあっては、その第2の構成として次のようにしてある。すなわち、機器と機器に対して実際に制御を行なう実制御系とを備えた機器の制御装置において、機器の入力と出力との対応関係に基づいて機器の動特性をモデル化した機器モデルと、前記実制御系による機器の制御中に該実制御系と同一の制御ロジックでもって前記機器モデルを制御して、機器の入力と出力との対応関係に対して該機器モデルにおける入力と出力との対応関係が一致するように該機器モデルの動特性を調整する同定手段と、複数の入力変化パターンを順次発生させて、該発生された入力変化パターンを入力として前記機器モデルを前記実制御系と同一の制御ロジックでもって制御して、該入力変化パターンに対応する出力を予測するシュミレーション手段と、前記シュミレーション手段により予測された出力に基づいて、該各入力変化パターン毎に前記機器に対する補正制御量を求める補正制御量決定手段と、前記補正制御量決定手段で決定された各入力変化パターン毎の補正制御量を記憶する記憶手段と、前記複数の入力変化パターンのうち機器に対する入力に近似した入力変化パターンに対応した補正制御量を前記記憶手段に記憶された補正制御量から選択して、該選択された補正制御量を前記機器の制御に反映させる補正手段と、を

備えた構成としてある。

【0009】上記第2の構成に対応した本発明制御方法にあっては、次のような構成とされる。すなわち、機器と機器に対して実際に制御を行なう実制御系とを備えた機器の制御方法において、機器の入力と出力との対応関係に基づいて機器の動特性をモデル化した機器モデルを、前記実制御系による機器の制御中に該実制御系と同一の制御ロジックでもって制御して、機器の入力と出力との対応関係に対して該機器モデルにおける入力と出力との対応関係が一致するように該機器モデルの動特性を調整する同定ステップと、複数の入力変化パターンを順次発生させて、該発生された入力変化パターンを入力として前記機器モデルを前記実制御系と同一の制御ロジックでもって制御して、該入力変化パターンに対応する出力を予測する予測ステップと、前記予測ステップで予測された予測結果に基づいて、前記各入力変化パターン毎に前記機器に対する補正制御量を求める補正制御量決定ステップと、前記補正制御量決定ステップで決定された各入力変化パターン毎の補正制御量を記憶する記憶ステップと、前記複数の入力変化パターンのうち機器に対する入力に近似した入力変化パターンに対応した補正制御量を前記記憶ステップで記憶された補正制御量から選択して、該選択された補正制御量を前記機器の制御に反映させる補正ステップと、を備えた構成としてある。

【0010】

【発明の効果】請求項1に記載された本発明制御装置によれば、機器に対する大きな入力変化があったときは、機器モデルを利用して機器の出力を高速で予測して、この予測結果に基づいて得られる補正制御量でもって機器の制御量を補正するので、機器の出力が好ましくない結果になってしまうのを未然に防止することができる。また、機器モデルの動特性が、実際の機器の動特性と同じとなるように同定されるので、機器の個体差や経年変化にも十分対応して、機器の出力悪化を確実に防止することができる。

【0011】請求項2に記載したような構成とすることにより、機器モデルへの入力を実際の機器への入力変化に極力対応した正確なものとして、機器モデルを利用した機器の出力予測を正確に行なう上で、つまり応答性を満足させつつ機器の制御量補正をより正確に行なう上で好ましいものとなる。

【0012】請求項3に記載した本発明制御装置によれば、請求項1に対応した効果と同様の効果を得ることができる。とりわけ、本発明制御装置によれば、高速の演算装置を利用しなくとも実施できることになる。

【0013】請求項4に記載したような構成とすることにより、機器に対する実際の入力変化に近い入力変化パターンから補正制御量を決定するので、すべての入力変化パターンについて補正制御量が決定される前であっても、機器の出力が悪化してしまうのを防止することができ

きうる

【0014】請求項5に記載したような構成とすることにより、請求項4に対応した効果と同様の効果を得ることができる。

【0015】請求項6に記載したような構成とすることにより、アイドル回転数の悪化を防止することができる。請求項7に記載したような構成とすることにより、アイドル回転数が異常に低下してエンストをしてしまう事態を防止することができる。

10 【0016】請求項8に記載したような構成とすることにより、好ましくない補正制御量でもって機器の制御量が補正されてしまう事態を防止する上で好ましいものとなる。

【0017】請求項9に記載したような構成とすることにより、請求項1に対応した効果と同様の効果を得ることができる。請求項10に記載したような構成とすることにより、請求項3に対応した効果と同様の効果を得ることができる。

【0018】

20 【実施例】以下本発明の実施例を添付した図面に基づいて説明する。なお、実施例では、アイドル回転数制御(I SC)とされて、制御対象となる機器が吸入空気量調整用のI SCバルブとされている。

【0019】図1の説明

図1において、1はエンジンの吸気通路で、その上流側から下流側へ順次、エアクリーナ2、エアフローメータ3、スロットル弁4が配設されている。吸気通路1には、スロットル弁4をバイパスするバイパス通路6が設けられ、このバイパス通路6には、アイドル回転数調整手段としてI SCバルブ7が接続されている。

30 【0020】I SCバルブ7は、バイパス通路6を通過する吸入空気量を調整してアイドル回転数を調整するためのもので、電磁式のアクチュエータ5によってその開度が連続可変式に制御されるようになっている。すなわち、アクセル開度が零あるいはほぼ零でかつエンジン回転数が所定回転数以下となったアイドル運転中は、エンジン回転数が目標アイドル回転数(例えば700 rpm)となるように、I SCバルブ7が制御される。このI SCバルブ7つまりアクチュエータ5を制御するための制御ユニットが符号Uで示され、この制御ユニットUによる制御のために用いられる信号をピックアップするセンサあるいはスイッチ群がまとめて符号Sで示される。制御ユニットUからアクチュエータ5への出力値は、目標アイドル回転数とするための制御値としてのデューティ比とされる。なお、制御ユニットUは、マイクロコンピュータを利用して構成される。

【0021】図2の説明

図2は、制御ユニットUにおける制御内容をブロック図的に示したものであり、図中実機エンジンとして示される符号21A部分を除いた各部分が含まれるものとなつ

ている。この図2において、大別して、符号U1で示すものが実際のエンジン21Aを制御する実制御系であり、符号U2で示すものが実際のエンジン21Aに対応した機器モデル21Bに対する制御を行なうモデル制御系である。

【0022】実制御系U1は、フィードバック制御用の積分回路22Aと、現代制御の主たる構成要素となるオブザーバ回路23Aとを備えている。実制御系U1には、目標アイドル回転数NTが入力されて、減算器24Aによって、当該NTと実際のエンジン回転数（アイドル回転数）NE1との偏差が積分回路22Aに入力される。

【0023】オブザーバ回路23Aは、実際のエンジン回転数NE1と実機エンジン21Aに対する入力値つまりアクチュエータ5に対するデューティ比とに基づいて、所定の制御値を演算する。そして、オブザーバ回路23Aで演算された制御値と積分回路22Aからの出力値との偏差が減算器24Aで演算されて、この演算結果が、実機エンジン21Aに対する入力値とされる（オブザーバ回路23Aに対する入力値とされる）。

【0024】一方、モデル制御系U2は、実機エンジンの動特性をモデル化した機器モデル（ハードモデル）21Bを制御する。この機器モデル21Bは、実機エンジン21Aの入力値に対する出力値との対応関係に基づいて設定されて、実機エンジン21Aの動特性と完全に一致している状態では、同じ入力値に対して同じ出力値となるように設定されている。この機器モデル21Bに対するモデル制御系U2は、制御系U1と同じ制御ロジックとなるように設定されていて、制御系U1における構成要素と対応する構成要素には、制御系U1における符号「A」に代えて「B」の符号を用いて示してある。そして、制御系U1とU2における入力値としての目標アイドル回転数はNTとして共通化され、実制御系U1における出力値は実機エンジン21Aにおけるエンジン回転数NE1とされ、モデル制御系U2における出力値は演算されたエンジン回転数NE2とされる。

【0025】上記両制御系U1、U2は、管理回路26により管理されて、後述するように、機器モデル21Bの動特性を調整する同定と、実制御系U1の制御量に対する補正（補正量決定）が行なわれる。このため、機器モデル21Bの動特性を調整する同定回路28、実制御系U1による制御量を補正（補正実行）する補正回路27が設けられて、両回路27と28とは管理回路26の制御下において作動される。

【0026】図3、図4の説明

図3は、図2における機器モデル21Bの具体例を示すものである。回路R3は、エンジン発生トルクの大きさを得るためにもので、このためのパラメータとして、充填量Q、燃料噴射量TP、点火時期IGが用いられる。この回路R3で用いられる充填量Qを得るために、回路

R1、R2、R4での各処理が行なわれるが、回路R1でのTVOはスロットル開度、回路R2でのDutyはアクチュエータ5へのデューティ比を示す。回路R1とR2からの出力同士は、加算器R8により加算された後、回路R4での遅れ処理がなされた後、充填量Qとして回路R3へ出力される。

【0027】また、回路R6は、エンジンの損失トルクを示すもので、充填効率、ポンピングロスデータが含まれる。この回路R6での損失トルクTHが、回路R3で演算されたトルクから減算器R9により減算されて、この減算された後のトルクTが回路R7に入力される。回路R7では、ここに示す式にしたがって、モデル制御系U2におけるエンジン回転数NE2を演算する。なお、R7で示す式中において、IおよびKは制御定数である。

【0028】図2に示すモデル制御系U2における回路22B、23Bの各特性式が、図4に示される。この図4において、「i」はサフィックスであり、KIは積分回路22Bの制御定数（積分定数）、K1～K7はオブザーバ回路23Bの制御定数である。オブザーバ回路23Bの特性式では、出力値NE（NE2）の今回値と前回値、およびアクチュエータ5に対するデューティ比のうち前回値から5回前までの値が用いられて、合計7つの値が演算用パラメータとして用いられる。

【0029】ここで、実制御系U1における回路22A、23Aにおける特性式は、図4に示す回路22B、23Bの特性式と同じように設定されている（回路22B、23Bの特性式が、回路22A、23Aに合せて設定されている）。

【0030】図5、図6の説明

制御ユニットUは、マイクロコンピュータを利用して、図2における実制御系U1とU2および回路26と27を含むものとして構成されており、以下その制御内容について説明する。なお、制御ユニットUによる制御は、機器モデル21Bの動特性調整（同定）の他に、この機器モデル21Bを利用したシミュレーションおよびその結果を実制御系U1に反映させる制御をも含んでおり、シミュレーションは、実制御系U1の制御量補正のためのものとされている。

【0031】先ず、図5のZ51において、後述する機器モデル21Bの動特性を実際のエンジンの動特性と一致するように調整する同定が行なわれ、次いでZ52において、シミュレーションおよびその結果の実制御系U1への反映の制御が行なわれる。

【0032】図5のZ51の内容（同定のための制御）が、図6に示される。この図6のZ31において、実機エンジン21Aに対して多くの入力が変化しているか否かが判別される。具体的には、スロットル開度の変化量が所定値以上で、アクチュエータ5へ出力されているデューティ比の変化量を示すDFBの変化量が所定値以上

で、かつ目標回転数NTの変化量が所定値以上であるという3つの条件が満足されているときは、多入力変化中ということで、Z31の判別がNOとなって、このときは同定を行なうことなくそのままリターンされる。

【0033】Z31の判別でNOのときは、Z32において、定常時におけるエラーフラグ定常運転状態における実機エンジン21Aと機器モデル21Bとの一致度合を示す評価値Hiが小さいか否かが判別される。この評価値Hiは、後述するように、小さいときに一致度合が高いものとなる。このZ32の判別でNOのときのときは、Z33において、現在実機エンジン21Aが定常運転中であるか否かが判別される。このZ33の判別でYESのときは、Z34～Z37の処理によって、定常運転時における機器モデル21Bの同定が行なわれる。この定常運転時における同定は、図2に示す回路R1、R2、R3における時定数等の制御定数を最適化することにより行なわれる。

【0034】Z34では、回路R1～R3用の制御定数が実研計画法マップから、1番からn番までの記憶されている組み合わせの中から1つの組合せが選択される。次いで、Z35において、選択されたi番目($i = 1 \sim n$)の組み合わせに基づく作動により得られるモデル制御系U2の出力値NE2と実制御系U1の出力値NE1との偏差の絶対値を2乗したものを所定時間積分して、i番目の積分定数についてのエラーフラグを示す評価値Hiが決定される。なお、この評価値Hiは、前述したように小さいほど好ましいものとなる。

【0035】Z35での評価値Hiを、上記1番目からn番目までについて順次求めて、その結果がZ36においてH1～Hnとして記憶される。この後、Z37において、Z36に記憶されている評価値H1～Hnのなかから最少の評価値を示すこととなった制御定数が、機器モデル21Bの回路R1～R3用の制御定数として用いられる(変更される)。

【0036】前記Z32の判別でYESのときは、Z38において、実機エンジン21Aの運転状態が過渡時であるか否かが判別される。具体的には、エンジン回転数NE1の変化量が所定値以上のとき、またはDFBの変化量が所定値以上のときにZ38の判別がYESとなって、このときは、Z39～Z42の処理によって、過渡時における機器モデル21Bの同定が行なわれる。この過渡時における同定は、図2の回路R4とR5との制御定数を最適化することになる。なお、この最適化の手法は、実質的に前記定常時と同じように行なわれるので、その重複した説明は省略する。

【0037】前記Z33の判別でNOのとき、あるいはZ38の判別でNOのときは、それぞれ同定を行なうことなくリターンされる。なお、Z33の判別でNOのときに、Z38へ移行されることも考えられるが、実施例では、定常運転時において大きな影響を与える回路R1

～R3用の制御定数の同定を優先するため(先に同定するため)、Z33の判別でNOのときはそのままリターンさせるようにしてある。

【0038】図7、図8の説明

図5のZ52の内容が、図7、図8に示されるが、先ず図8を参照しつつ制御の概要を説明する。この図8のうち、t1時点が、実際のスロットル開度が急激に低減し始めたときを示し(スロットル開度の変化率の絶対値が第1所定値以上の時)、t2時点でスロットル開度の急激な低減が収束したとき(スロットル開度の変化率が第2所定値以下となったとき—ただし第1所定値は第2所定値よりも十分に大きい)を示す。

【0039】t2時点でフラグが0から1にセットされ、このフラグが1の状態が、所定時間2Tだけ継続され、2T経過した時点がt3で示される。この時間Tは、スロットル開度が変化してから実際にエンジン回転数が変化するまでの時定数であり、実施例では、t2時点から2Tの間におけるエンジン回転数の変化の様子を予測するものとなっており、予測されるエンジン回転数の変化の様子が、図8(c)に示される。そして、エンジン回転数の変化の予測は、フラグが1にセットされてから極めて短時間(例えば5ms)の間に、高速シミュレーションにより行われる。図8(d)は、t1からt2時点までの実際のスロットル開度の変化に基づいて設定された、シミュレーション用の予測入力パターンを示す。この予測入力パターンは、t1時点よりも所定時間前の分をも含めて作成するようにしてもよい。

【0040】以上のこと前提として、図7のZ1において、フラグが0から1に変更された時点であるか否かが判別される。このZ1の判別でNOのときは、Z9へ移行して、通常の速度でもって、機器モデルの出力が演算される。

【0041】Z1の判別がYESのときは、Z2において、高速演算するモードに切換えられる。次いで、Z3において、図8のt1～t2の間での実際のスロットル開度の変化の様子に基づいて、図8(d)に示すような予測入力パターンが設定される。この後、Z24、Z25の処理によって、Z3で設定された予測入力パターンに応じた出力が、高速演算することによって求められる(図8(c)に示すようなエンジン回転変化の予測)。この演算は、n回行われるが、このnは、前記予測期間2Tをサンプリング周期(高速モードでのサンプリング周期)で除した値を、小数点未満を切り捨てた整数である(図8の時刻t2時点から、サンプリング周期毎に予測エンジン回転数を合計n個求める)。

【0042】2T期間についての高速演算が終了すると、Z4の判別がYESとなって、Z6へ移行する。このZ6では、Z5での高速演算された予測エンジン回転数のうち、最小のエンジン回転数が決定される。次いで、Z7において、予測された最小エンジン回転数が、

11

500 rpmよりも小さいか否かが判別される。このZ7の判別でYESのときは、エンストのおそれがあるので、Z8において、吸入空気量が増大される補正が行われる。なお、Z8での吸入空気量の増大量（補正量）は、ある一定値としてもよいが、例えば予測最小エンジン回転数と許容最小回転数（実施例では500 rpm）との偏差が大きいほど大きくなるように設定する等、適宜の設定手法を採択することができ、この補正制御量決定の好ましい制御例が、後述の実施例で開示される。勿論、このZ8での補正量実現は、ISCバルブ7に対する開度補正（アクチュエータ5に出力するデューティ比補正）として行われる。

【0043】図9の説明

図9は、図7におけるZ8での補正制御量の決定についての好ましい例を示すものである。この図9において、Z61において、図6で説明した同定が完了しているか否かが判別される。この判別は、例えば、図6におけるZ37での最小評価Hが所定値よりも小さいときに、同定が十分おこなわれているとするとができる（Z42での最小評価Hも所定値以下という条件をさらに付加してもよい）。このZ61の判別でNOのときは、機器モデル21Bの動特性が実際の機器21Aの動特性と十分合致していないので、このときは、予測に基づく補正制御を禁止すべく、そのままリターンされる。なお、Z61の判別を、図7のZ1の前に設けて、同定が十分おこなわれていないときには機器モデル21Bを利用した高速演算を禁止するように設定することにより、結果として補正を禁止するようにすることもできる。

【0044】Z61の判別でYESのときは、Z62～Z65の処理によって、実研計画法マップに設定された多数の補正制御量Pi（i=1, 2, ..., nで、Pは吸入空気量調整のためのデューティ比とされる）の各々について、図7のZ3で用いた予測入力パターンを用いて、エンジン回転数が高速演算によって予測される（Z63）、また各補正制御量毎にその評価が行われる（Z64で、Piに対応した評価がJiとされる）。この評価は、例えば、図7のZ5で予測されたエンジン回転数の中心値に対する偏差量として示すことができる（偏差量が小さいほど評価が高い）。そして、Z66において、Z64での評価Jiのうち、もっとも好ましい評価に対応した補正制御量Piが、実際の機器21Aに対する補正制御量として実現される。

【0045】図10～図12の説明

図10～図12は、本発明の他の実施例を示すものである、本実施例では、例えば図12に示すようにあらかじめ多数の入力変化パターンを想定（設定）しておいて、この各入力変化パターン毎に出力としてのエンジン回転数を予測すると共に、その補正制御量を決定、記憶しておく。そして、実際の機器21Aに対する入力が大きく変化したときは、この変化に近似した入力変化パターン

12

に対応した補正制御量を選択して、この選択された補正制御量でもって実際の機器21Aに対する制御量が補正される。本実施例の場合は、高速演算する必要がないので、制御ユニットUとして安価のものでも実施化し得る。

【0046】以上のことを前提として、図10において、Vm1およびVm2として示されるものは、それぞれ、図2における制御ユニットU2と機器モデル21Bとの組み合わせたものに相当する。このうち、Vm1は、前述した同定をおこなうためにもっぱら利用される。そして、Vm2が、もっぱら多数の入力変化パターンに対応した補正制御量を決定するために用いられる。このため、パラメータ転送部31によって、同定終了後のVm1における機器モデル21Bの動特性を示す各パラメータが、Vm2における機器モデル21Bの動特性用として転送される（用いられる）。また、図10の入力発生部32において、前述した多数の入力変化パターンが順次発生されて、この発生された入力変化パターンが、Vm2の入力として用いられる。

【0047】図11のZ71において、図12に示す多数の入力変化パターンのうち、どの入力変化パターンからシミュレーションを開始すかの決定が行われる。このZ71での入力変化パターンの選択は、実際の機器21Aに対する入力変化に近似したものから優先的に選択される（選択された入力変化パターンの入力変化パターン発生部32からの出力）。次いで、Z72において、シミュレーションが実行されて、Z71で選択された入力変化パターンに対応したエンジン回転数の予測が行われる。なお、このシミュレーションは、高速ではなく、通常の速度で行われる。

【0048】Z73では、予測されたエンジン回転数に基づいて、もっとも好ましい補正制御量（補正吸入空気量）が決定される（例えば前述した図9に示すような手法での決定）と共に、決定された補正制御量が記憶される。

【0049】Z74では、記憶された補正制御量を検索するときであるか否かが判別されるが、この判別は、図8におけるt1時点であるか否かの判別に相当する（スロットル開度の変化率が所定値以上であるか否かの判別）。このZ74の判別でNOのときは、補正制御量による補正が不要なときであるとして、そのままリターンされる。Z74の判別でYESのときは、Z75において、実際の機器21Aに対する入力状態と、Vm2における入力変化パターンの合致度合Ri（i=1, 2, ..., nで、nは予測期間2Tをサンプリング周期で除した整数）が、図11のZ75に示される計算式に基づいて計算される。この計算式中y_iは、i時点でのスロットル開度である。そして、実際のスロットル開度の変化がシミュレーション用の入力変化パターンと全く同じときは、y_iがゼロとなるので、合致度R_iが1となる。

【0050】Z75の後、Z76において、検索を終了する時点であるか否かが判別される。この判別は、スロットル開度の変化率がほぼ0になったか否かをみることにより行われる(図8t2時点に相当)。Z76の判別でYESのときは、Z77において、ここに示す式に基づいて、最終補正制御量Pfが計算される。このZ77での計算は、実際のスロットル開度の変化状態に近似した複数(1つの場合もある)の入力変化パターンに対応した補正制御量Piの重み付けを行うものである。そして、Z78において、最終補正制御量Pfが実際の機器21Aに対して出力される。

【0051】図13の説明

図13は、機器モデルの同定が十分に行われていないときに、補正制御量を用いた補正を行うのを禁止するようにした例を示す。すなわち、先ず、Z81において、現在のエンジンの運転領域を示すパラメータ(実施例ではエンジン回転数と、エンジン負荷とエンジン冷却水温度)がホールドされる。次いで、Z82において、図5のZ51での同定がおこなわれる毎に、Z81でホールドされたパラメータに相当するエンジン運転領域のカウント値がカウントアップされる。

【0052】Z83では、Z81でホールドされたエンジン運転領域のカウント値が、所定値以上であるか否かが判別される。このZ83の判別でNOのときは、同定が十分に行われていない運転領域であるとして、図5のZ52のシミュレーション実行が禁止される(Z84)。Z83の判別でYESのときは、同定が十分おこなわれている運転領域であるとして、図5のZ52のシミュレーションが実行される(Z85)。

【0053】図14の説明

図14は、それぞれ図2の機器モデル21Bと制御ユニットU2とを有する合計4つのシミュレーション用モデル系Vm11～Vm14を用いてある。すなわち、Vm11が、実際の機器の入力と同一の入力を用いたシミュレーション用で、前述した同定および補正制御量による補正のために用いられる。Vm12は、実際の入力に対して所定誤差(ばらつき) α だけ加算したものを入力とするシミュレーションを行う。Vm13は、実際の入力に対して所定誤差 α だけ減算したものを入力とするシミュレーションを行う。Vm14は、実際の入力に対してノイズを加えた入力とするシミュレーションを行う。この3つのモデル系Vm12～Vm14のシミュレーションによって、 α 分ばらつきを有するときのシミュレーションおよびノイズを有するときのシミュレーションをあらかじめ行って、その結果(出力としてのエンジン回転数)に基づいて、補正制御量の決定に利用することができる。この場合、高速演算をおこなうものであれば、入力を切換えて(+ α 、- α 、ノイズあり、実際の機器の入力と同じの4つの切換)、1つのモデル系でのみ図14と同じような機能を得ることができる。

【0054】以上実施例について説明したが、本発明はこれに限らず、例えば次のような場合をも含むものである。

①エンジンのアイドル回転数制御に限らず、適宜の機器制御、例えば自動変速機の変速制御、トラクション制御、ABC制御、エンジンの定トルク制御、エンジンの空燃比制御等にも適用できる。

【0055】自動変速機の変速制御においては、機器モデルとしては、図3に示すエンジンの動特性モデルに加えて、自動変速機の動特性モデル(損失特性と油温等によって時事刻々と変化するダイナミックス特性)と、駆動系～タイヤの動特性とを設定し、最終出力となる駆動系～タイヤ動特性からの出力としての車体(駆動輪)の前後加速度を予測する。この場合、同定は、自動変速機の損失特性とダイナミックス特性とし、同定時の評価関数は、実際の前後加速度と予測された前後加速度との偏差の積分が最小のものをベストとする。そして、予測される前後加速度の変化率が最小となるように、変速スケジュールを補正することができる(回転軸方向と負荷方向とを様々に変えて、前後加速度が最小となる変速スケジュールをさがす)。

【0056】トラクション制御(ABS制御)においては、図3に示すエンジンの動特性モデルに加えて、車速と路面 μ との相関関係を路面状態(アスファルト路面、雪路等の相違)をパラメータとして設定してなる『路面 μ 一車速』の動特性を設定し、この『路面 μ 一車速』の動特性の出力が車体前後加速度とされる。同定は、『路面 μ 一車速』の特性について行う。トラクション制御の場合は、同定の評価関数は、駆動輪の実際のすべり率と予測されたすべり率との偏差の積分が最小となるものをベストとする。様々なスロットル開度の入力パターンにおける、トラクション制御の初期操作量(例えばスロットル開度の低減量、点火時期のリタード量)と目標すべり率の最適値をシミュレーションにより事前に求めておけばよい(初期操作量と最適目標すべり率とが補正対象)。ABS制御の場合は、ブレーキ圧力入力における最適な目標車輪減速度をもとめておけばよい(ブレーキ圧力が補正対象)。

【0057】エンジンの定トルク制御においては、機器モデルとしては前記自動変速機の場合と同じものを用い、同定は、エンジン、自動変速機共に定常と過渡の両パラメータについて行う。各エンジン回転数、アクセル開度毎に、目標トルク(車体前後加速度)を満足するスロットル開度を、シミュレーションにより求めるようすればよい(スロットル開度が補正対象)。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明が適用されるアイドル回転数調整部分を示す図。

【図2】本発明が適用された制御系統をブロック図的に示す図。

【図3】実機エンジンに対応した機器モデルの一例を示す図。

【図4】モデル制御系における制御特性式の設定例を示す図。

【図5】本発明の制御例を示すフローチャート。

【図6】本発明の制御例を示すフローチャートで、機器モデルの同定を行う部分を示すもの。

【図7】本発明の制御例を示すフローチャートで、機器モデルを利用したシミュレーションを行う部分を示すもの。

【図8】図7でのシミュレーションの内容を概略的に示すタイムチャート。

【図9】補正制御量を決定する好ましい制御例を示すフローチャート。

【図10】本発明の他の実施例を示すもので、図2に対応した図。

【図11】図10に示す実施例の制御例を示すフローチャート。

* ャート。

【図12】図10に示す実施例に用いる多数の入力変化パターンの設定例を示す図。

【図13】補正制御を禁止するようにした制御例を示すフローチャート。

【図14】本発明の他の制御例を示すもので、図2に対応した図。

【符合の説明】

1 : 吸気通路

10 5 : アクチュエータ

6 : バイパス通路

7 : 吸入空気量調整弁

U : 制御ユニット

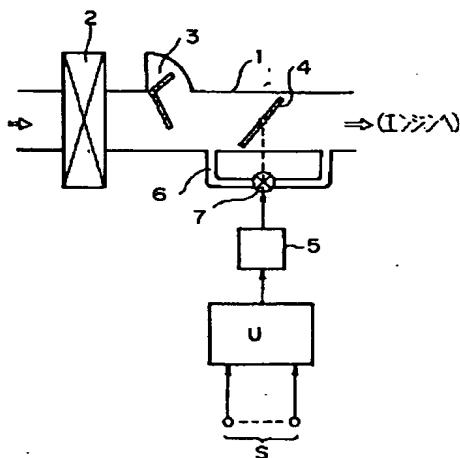
U 1 : 実制御系

U 2 : モデル制御系

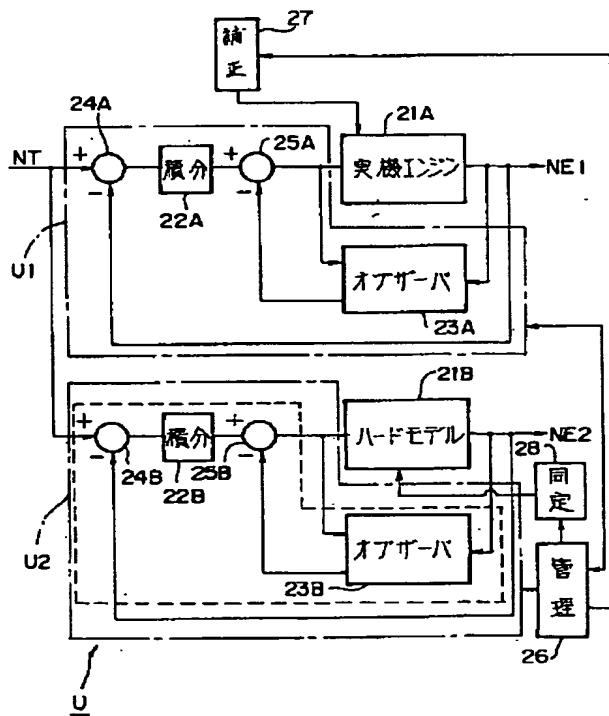
21A : 実機エンジン

21B : モデルエンジン (機器モデル)

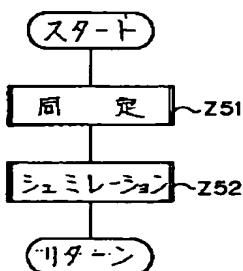
【図1】



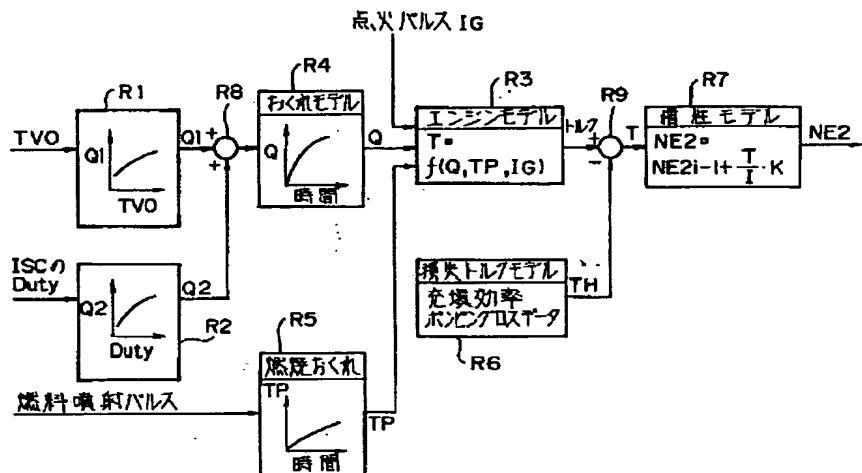
【図2】



【図5】



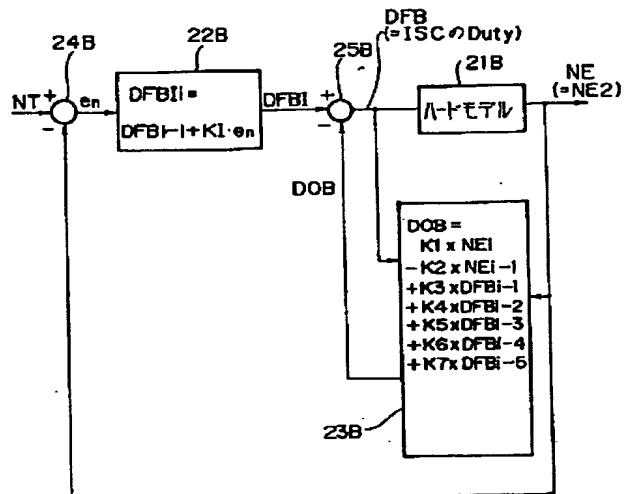
【図3】



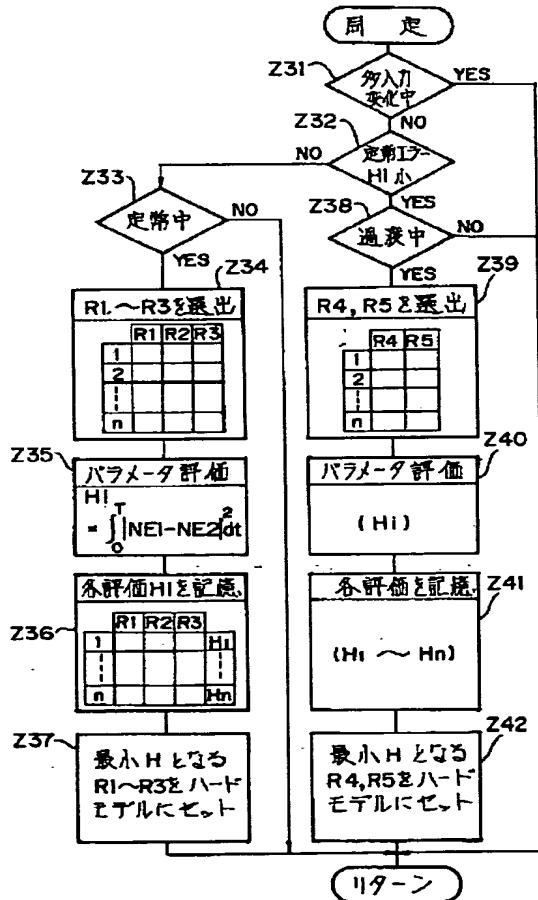
【図12】

テストコード No.	テストパターン
TVO-10-1-O	—
TVO-20-1-O	—
⋮	⋮
TVO-20-10-O	—
⋮	⋮

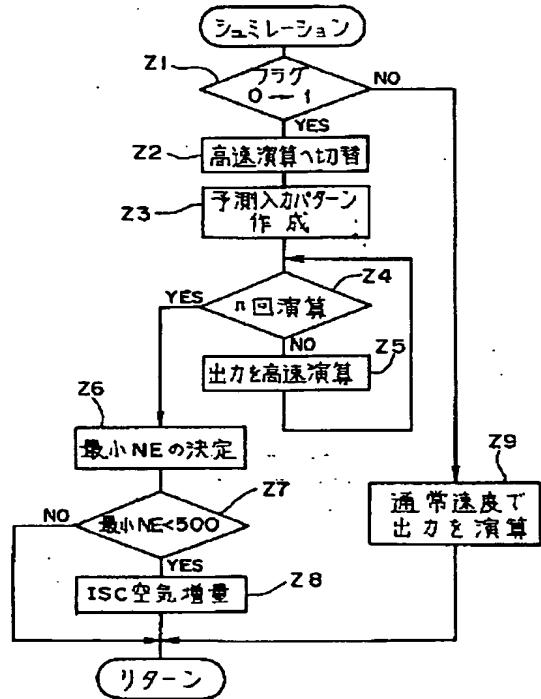
【図4】



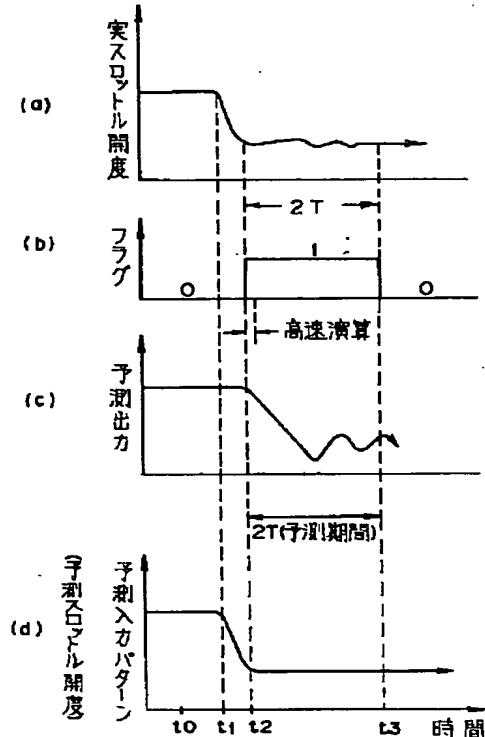
【図6】



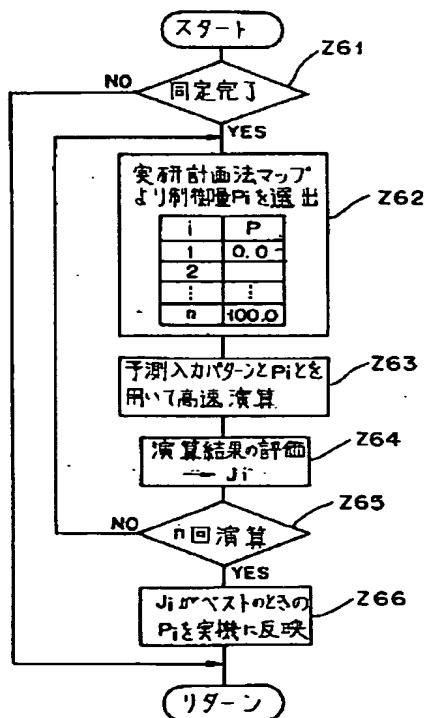
【図7】



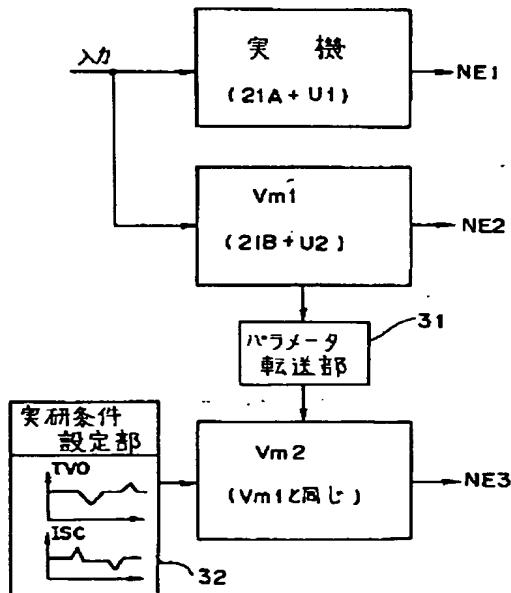
【図8】



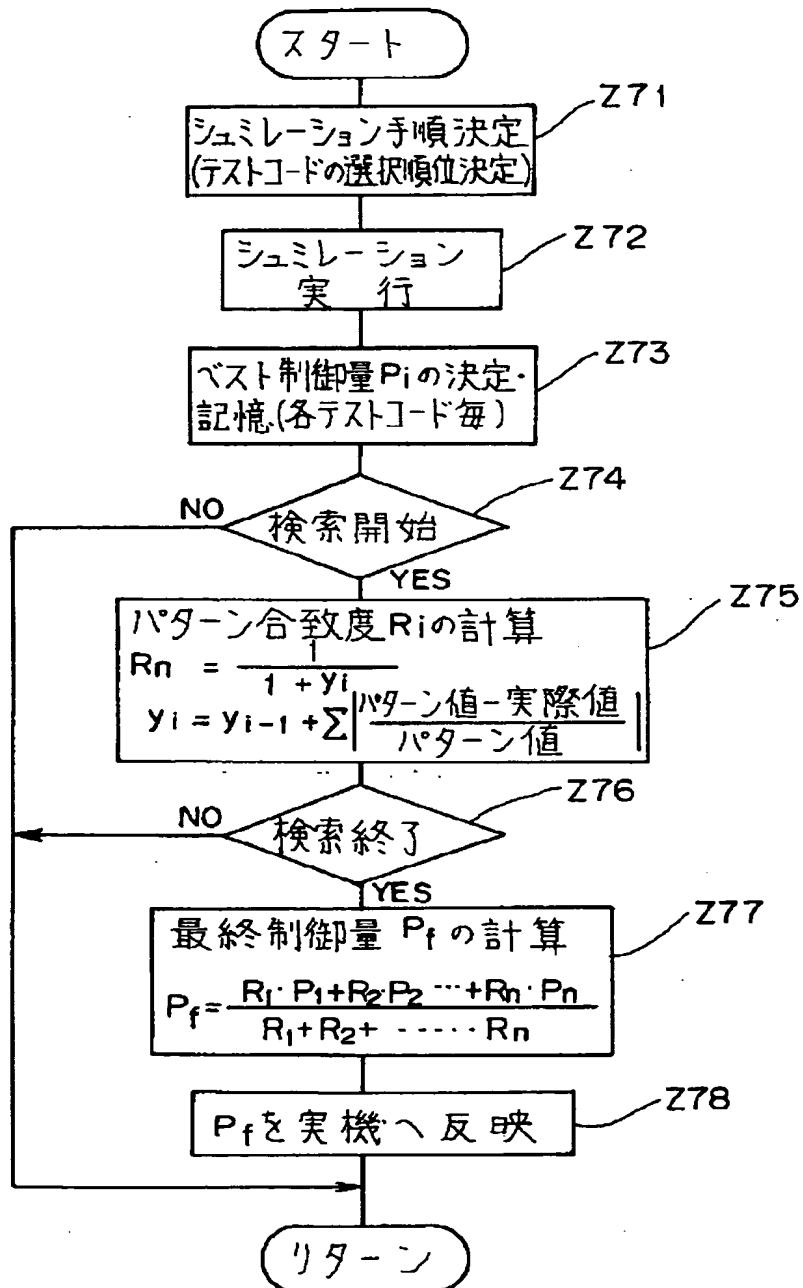
【図9】



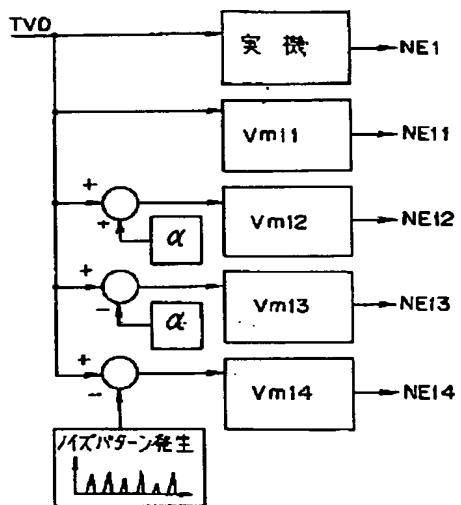
【図10】



【図11】



【図14】



【図13】

